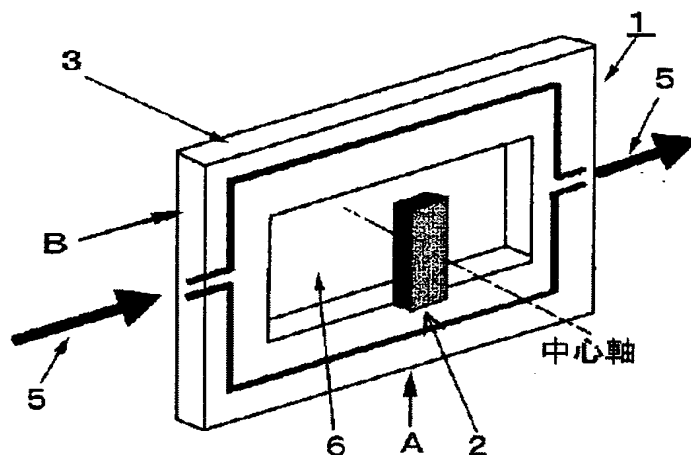


# Patent Abstracts of Japan

TITLE : CURRENT SENSOR



COPYRIGHT: (C)2003,JPO

THIS PAGE RI ANK (118PT0)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電流を分割する為の小窓を空けた電流バーと該電流バーによって発生する磁界を検出する磁気検出素子とを備えた電流センサにおいて、前記電流バーの小窓外側で前記磁界が弱めで位置による磁界強度変化の少ない領域に前記磁気検出素子を設けたことを特徴とする電流センサ。

【請求項2】前記磁気検出素子がM I素子であることを特徴とする請求項1記載の電流センサ。

【請求項3】前記M I素子は、絶縁基板上に単層の磁性薄膜を形成し、該磁性薄膜の幅方向に磁化容易軸が磁場中で整えられており、該磁性薄膜が、CoFeNi、NiFeのメッキ膜又は蒸着膜からなるか、FeCoSiB、CoZrNb、FeSiB、CoSiB、FeCoBを主原料とするアモルファス膜又は結晶系磁性膜からなる単層薄膜型M I素子であることを特徴とする請求項2記載の電流センサ。

【請求項4】前記M I素子は、絶縁基板上に夫々二層の磁性薄膜を形成し、夫々二層の磁性薄膜の磁化容易軸が交差するように磁場中で整えられており、夫々の磁性薄膜が、CoFeNi、NiFeのメッキ膜又は蒸着膜からなるか、FeCoSiB、CoZrNb、FeSiB、CoSiB、FeCoBを主原料とするアモルファス膜又は結晶系磁性膜からなる交差型M I素子であることを特徴とした請求項2記載の電流センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、検出感度の高い磁気検出素子、好ましくはM I素子を用いた大電流センサに関するものであり、電流バーに小窓を設けその形状による磁気キャンセル効果により、電流が大きくともその発生する磁界強度は弱めで、且つ磁界強度が広い範囲で均一である領域にM I素子を配置することで、高精度を要せずM I素子が配置でき作製が安価にできるものである。例えば、大型モータ等の大電流が流れる機器の電流検出、制御に使用できる。

## 【0002】

【従来の技術】従来の一般的な電流センサはホール素子を利用するものであり、この電流センサはコイルと鉄芯を必要とする為、小型化の点で問題があった。そこで、M I素子等の他の磁気検出素子を利用し、鉄芯が不要で小型化が可能な形態の電流センサが考えられている。

【0003】M I素子等の磁気検出素子を利用する電流センサの一例として、簡単な構造を図4 aに示す。図4 bは、図4 a、4 cの電流センサに電流4 5が流れた時の電流回路4 3（電流バー）の電流方向Cの垂直面内に発生する磁界4 4を示した図である。従来の電流センサは、図4 aのように磁気検出素子4 2を電流回路4 3（電流バー）の近傍に置き、電流バー4 3により発生した磁界4 4を検出し、電気信号に変換して出力するもの

である。

【0004】例えば、図4 aに示すように電流バー4 3に電流4 5が矢印の向きに流れると磁界4 4が発生し、磁気検出素子4 2が磁界4 4を検出する。図4 aの電流バー4 3に電流4 5を流す時にC方向側から見た磁界の向きと強さは、図4 bに矢印の方向と点線の長さで示されている。

【0005】また、大電流を検出するための電流センサ5 1としては、図5 aに示すように、電流バー5 3に小窓5 6となる穴を空け、その内部の磁界を検出するものがある。図5 aに示されるように電流バー5 3に大電流5 5が矢印の向きに流れると電流は上下に分割されその各々より磁界が発生する。窓の内側と外側の磁界の向きと強さは、図5 aのD方向側より見ると、図5 bに示されるようになる。

【0006】この図5 bの小窓5 6内部での磁界5 4の強さは、分される電流が等しい場合、電流バー5 3の上下方向の中心で0となり、その近傍で微小磁界5 7が形成される。磁気検出素子5 2は、この微小磁界5 7を検出し、電気信号に変換し出力する。

## 【0007】

【発明が解決するための課題】図4 a、図4 bに示した構造の場合、電流バーからの距離が数mmの部分では、数十Aの電流が流れると数十エルステッドの磁界が発生する。例えば、断面形状が12mm×2mmの電流バーから5.5mm離れた部分では、50Aの電流で15エルステッドの磁界が発生する。幅方向に磁化容易軸を持ち磁気検出感度の高いM I素子では検出最大磁界がおおよそ10エルステッドなので、その最大検出電流は30A程度である。30A以上の電流を測定する場合、図4 a、図4 bの構造ではM I素子を電流バーから遠く離す必要があり電流センサの小型化には不適である。

【0008】図5 a、図5 bに示した構造の場合、磁気検出素子は小窓内側の微小磁界領域に設けられており、小型化が図られているものの、この微小磁界領域では磁界変化が大きいため、磁気検出素子の設置位置がわずかにずれただけでも測定値が大きく変化してしまう欠点がある。従って、製造に高い工作精度が要求されコストが高くなってしまいう問題がある。

【0009】本発明は、磁気検出感度の高いM I素子を用いても電流バーからM I素子を離すことなく大電流の検出が行え、M I素子の設置に高精度を要せず簡単にでき、小型で安価な電流センサを作製できる事を目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明では、電流を分割する為の小窓を空けた電流バーと該電流バーによって発生する磁界を検出する磁気検出素子とを備えた電流センサにおいて、前記電流バーの小窓外側で前記磁界が弱めで位置による磁界強度変化

の少ない領域に前記磁気検出素子を設けたことを特徴とする電流センサを提供する。

【0011】また、前記磁気検出素子がM1素子である。好ましくは単層薄膜型M1素子あるいは交差型M1素子であることを特徴とする電流センサを提供する。

【0012】

【発明の実施形態】本発明における第一の実施形態を図1a、図1b、図1c、図2、図3に沿って説明する。

ここでは、磁気検出素子2として小型で磁気検出感度の高いM1素子で説明する。図2は、単層薄膜型M1素子のM1特性である。バイアス磁界を印加しない場合の特性は、磁界ゼロの点を中心にほぼ対称形を成しており正負どちらか片側の電流測定が行える。又、バイアス磁界を印加することにより非対称な特性となり正負の電流測定が行える。この単層薄膜型M1素子の構造は、絶縁基板上に、メッキ又は蒸着されたCoFeNi、NiFeの膜からなるか、FeCoSiB、CoZrNb、FeSiB、CoSiB、FeCoBを主原料とするアモルファス膜又は結晶系磁性膜からなる。その磁化容易軸は、素子の長手方向に対し磁場中で、幅方向に整えられている。その製法の主たるものは、磁場中アニール法か、磁場中スパッタ法である。

【0013】図3は、バイアス磁界を印加することなく非対称な特性となる交差型M1素子のM1特性であり正負の電流測定に使用できる。この交差型M1素子の構造は二層薄膜型であり、素子の夫々の磁性薄膜は、絶縁基板上にメッキ又は蒸着されたCoFeNi、NiFeの膜からなるか、FeCoSiB、CoZrNb、FeSiB、CoSiB、FeCoBを主原料とするアモルファス膜又は結晶系磁性膜からなる。夫々の磁性薄膜の磁化容易軸は、磁場中で、交差するように整えられている。その製法は、磁場中スパッタ法である。

【0014】図1aは、今回の発明の電流センサ1の斜視図であり図2又は図3のM1素子（磁気検出素子）2が電流バー3の小窓6の外側で位置による磁界変化が少なく磁界強度が弱めの部分7に配置されている。又、大電流5は電流方向が矢印で示されている。図1bは、図1aのA方向から見た側面図を示す図である。矢印は大電流5の電流方向を示す。図1cは、図1aのB方向から見た窓部分の側面図を示す図である。矢印は磁界4の向きと強さを示し、点線は、その磁界分布を示す。

【0015】分流される電流が等しい場合、図1cより大電流5を電流バー3に流した時の磁界分布を調べると電流バー3の中心軸上で且つ電流バー3から少し離れたところに、磁界の変化が少なくしかも磁界強度が弱めの部分7があることが解る。例えば、電流バーの幅30mm、小窓の幅24mm、電流バーの厚み7.5mmの場合、電流100Aにおいて電流バー中心から3.25mm外側での磁界強度は6.2エルステッドである。又、4.25mm、5.25mm、6.25mmでは、それ

ぞれ6.3エルステッド、6.2エルステッド、6.1エルステッドである。この部分にM1素子2を配置すれば設置精度がさほど要求されない200A程度まで測定できる大電流センサを作製することができる。

【0016】次に本発明の第二の実施形態としてM1素子を二つ使用して、各々の検出出力を差動増幅する場合を簡単に説明する。この場合、電流バー以外から発生し、遠方より到達する磁界（外乱磁界）をキャンセルするように素子を配置する。電流バーの小窓付近で且つ同一軸上（図1a、bの一点鎖線）に配置する場合、M1素子を小窓を中心として対向する部分に配置する。図1bの2と2'の関係がそれを示す。

【0017】このように窓型電流バー3の磁界4の変化が少なく磁界4の強度が弱めの部分7に二つの検出素子2、2'を設け作動増幅することで、M1素子非直線性や温度ドリフトの影響を受け難くなり、且つ外乱磁界に対しても強くなる。

【0018】次に本発明の第三の実施形態を簡単に説明する。大電流5を窓型電流バー3に通電した時の磁界4の変化が少なく磁界4の強度が弱めの小窓外側部分7のどちらか一方に、図1bに示すようにM1素子2、2'を配置する。

【0019】このように二つのM1素子2、2'を並設して配置し、各々の検出出力を差動増幅することでM1素子のヒステリシスや温度ドリフトの影響を受け難くなり、且つ、外乱磁界の影響も受け難くなる。

【0020】以上より、本発明では、磁気検出素子にM1素子を用いて、窓型電流バー3の小窓外側部分7にM1素子を設置することにより製造コストの安い小型な大電流センサが実現できる。また、小電流の場合でも電流センサとして使用できることは言うまでもない。

【0021】

【発明の効果】本発明では、窓型電流バーの磁界キャンセル効果を利用することで、磁気検出感度の高いM1素子でも大電流の測定が可能であり、磁気検出素子の設置精度もさほど要求されない安価な大電流センサが実現できる。更に、二つの検出素子を用いることで、上記効果に追加して、M1素子のヒステリシスや温度ドリフトの影響も受け難くなり、外乱磁界による影響も少ない電流センサが実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1a】本発明の電流センサの斜視図を示す図である。

【図1b】図1aに示す電流センサのA方向から見た側面図である。

【図1c】図1aに示す電流センサのB方向から見た側面図である。

【図2】単層薄膜型M1素子のM1特性及びバイアス磁界をかけシフトさせたM1特性を示す図である。

【図3】交差型M1素子（二層薄膜型M1素子）のM1

特性を示す図である。

【図4a】電流バーに検出素子を配置し電流を検出する電流センサの従来例を示した斜視図である。

【図4b】図4aに示す電流センサの電流通電のC方向から見た側面図である。

【図5a】大電流を測定するために窓型電流バー内部に検出素子を配置した電流センサの従来例を示した斜視図である。

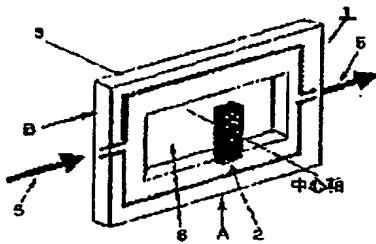
【図5b】図5aに示す電流センサのD方向から見た側面図である。

\*【符号の簡単な説明】

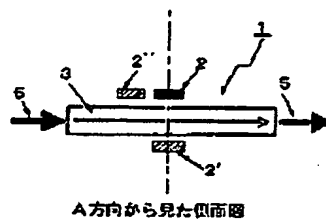
1. . . . . 電流センサ
2. 2', 2'' . . . . . 磁気検出素子 (MI 素子)
3. . . . . 窓型電流バー (電流回路)
4. . . . . 磁界
5. . . . . 大電流
6. . . . . 小窓
7. . . . . 磁界の変化が少なく磁界強度が弱めの部分

\*15

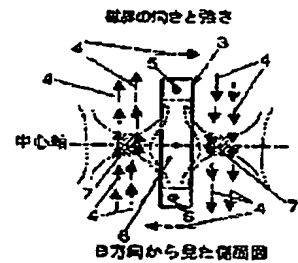
【図1a】



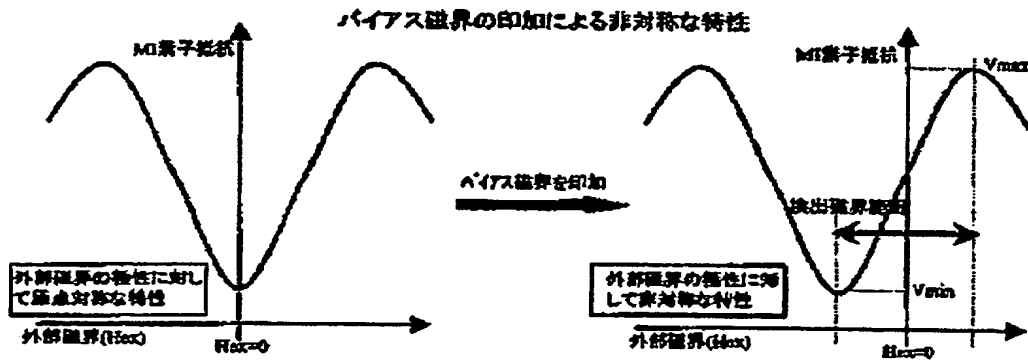
【図1b】



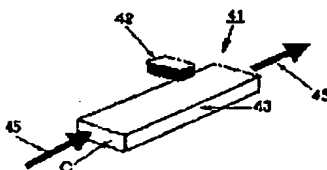
【図1c】



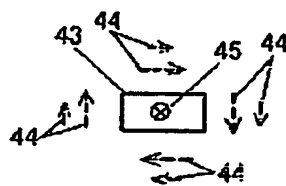
【図2】



【図4a】

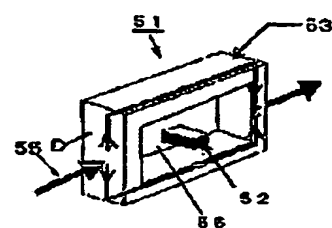


【図4b】

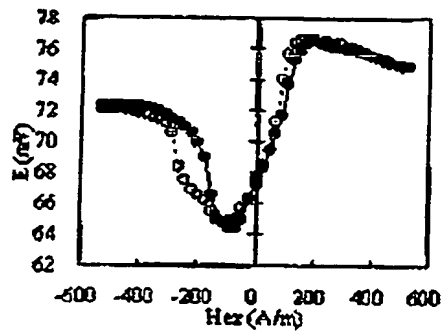


磁界の向きと強さ  
C方向より見た側面図

【図5a】

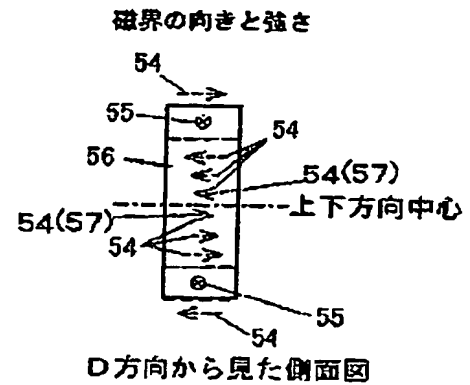


【図3】



交差型M I 素子のM I 特性

【図5b】



D方向から見た側面図

フロントページの続き

(72)発明者 原田 拓也  
東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 スタ  
ンレー電気株式会社内

(72)発明者 入戸野 公浩  
東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 スタ  
ンレー電気株式会社内

Fターム(参考) 2G017 AA01 AD51  
2G025 AA05 AB01 AC02

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**